

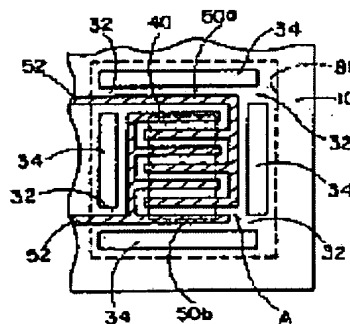
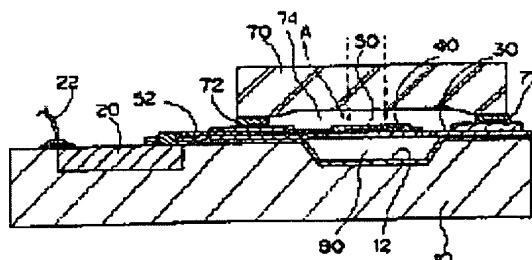
INFRARED-RAY DETECTING ELEMENT

Patent number: JP4158584
Publication date: 1992-06-01
Inventor: HIMESAWA HIDEKAZU; IGARI MOTOO; IGARASHI MASABUMI
Applicant: MATSUSHITA ELECTRIC WORKS LTD; CHICHIBU CEMENT KK
Classification:
- **International:** G01J1/02; G01J1/04; H01L31/0248; G01J1/02; G01J1/04; H01L31/0248; (IPC1-7): G01J1/02; G01J1/04; H01L31/0248
- **European:**
Application number: JP19900284779 19901022
Priority number(s): JP19900284779 19901022

Report a data error here

Abstract of JP4158584

PURPOSE: To protect an infrared-ray detector from adhesion of foreign matter, and others by covering the infrared-ray detector, which has heat separation part below and is supported by a substrate through a partial support, with an infrared-ray filter, and joining it to the surface of the substrate integrally. **CONSTITUTION:** An infrared-ray filter 70 covers from an infrared-ray detector A to outside of a cut part 34 and a support 32, and the lower end of the periphery is joined to a substrate 10. By heat-treating an Au layer and silicon, which constitutes the infrared-ray filter 70 at the part in contact with it, an Au-Si eutectic alloy layer 72 is formed, and the periphery of the infrared-ray filter 70 is stuck fast to and united with the substrate 10. It follows that the infrared-ray detector A is sealed hermetically inside this sealed space 74. What is more, if one performs the work of attaching the infrared-ray filter 70 to the substrate 10 in vacuum atmosphere or low pressure atmosphere, and puts the made sealed space 74 in vacuum or low pressure condition, the heat separation of the infrared-ray detector A can be made better.



⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平4-158584

⑤ Int.Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成4年(1992)6月1日

H 01 L 31/0248
G 01 J 1/02
1/04C 9014-2G
B 9014-2G
7210-4M

H 01 L 31/08

H

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全8頁)

⑭ 発明の名称 赤外線検出素子

⑯ 特 願 平2-284779

⑰ 出 願 平2(1990)10月22日

⑱ 発 明 者 姫 澤 秀 和 大阪府門真市大字門真1048番地 松下電工株式会社内
 ⑱ 発 明 者 井 狩 素 生 大阪府門真市大字門真1048番地 松下電工株式会社内
 ⑱ 発 明 者 五 十 嵐 正 文 埼玉県熊谷市大字三ヶ尻5310番地 秩父セメント株式会社
 ファインセラミックス本部内
 ⑲ 出 願 人 松下電工株式会社 大阪府門真市大字門真1048番地
 ⑲ 出 願 人 秩父セメント株式会社 東京都千代田区丸の内1丁目4番6号 日本工業倶楽部内
 ⑳ 代 理 人 弁理士 松本 武彦

明 細 書

1. 発明の名称

赤外線検出素子

2. 特許請求の範囲

1 基板の表面に、基板の一部が除去されてなる熱分離空間を備え、熱分離空間を介して基板の表面位置に赤外線検出部が設けられ、赤外線検出部が外周の1箇所もしくは複数個所に設けられた部分的な支持部により基板に支持されており、赤外線検出部および支持部を覆って基板表面に赤外線フィルタが一体接合されていることを特徴とする赤外線検出素子。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

この発明は、赤外線検出素子に関し、詳しくは、温度による抵抗の変化を利用して赤外線を検出する赤外線検出素子に関するものである。

(従来の技術)

赤外線検出素子は、一般に、微弱な赤外線の輻射エネルギーのみを検出したい場合が多いので、

赤外線以外の波長帯を除去して感度を上げるために、その用途に応じた赤外線検出フィルタと組み合わせて使用されている。そして、従来、サーミスタ等の赤外線検出部と赤外線フィルタ部分とは、別々に作製された後、互いの光軸を合わせて組み立てられていた。

第9図は、従来における赤外線検出素子の構造例を示している。構造部分であるステム1にサーミスタ等の赤外線検出素子チップ2を取り付けた後、開口部分に赤外線フィルタ3を貼り付けたキャップ4を赤外線検出素子チップ2を覆うようにステム1を被せて封止している。赤外線フィルタ3は、検出しようとする赤外線の波長帯を良好に通過させたり、雑音となる不要な波長成分を遮断したり、空気との屈折率差による反射損失を軽減させたりするために用いられる。そのため、赤外線フィルタ3は、基板材料3aの両面に光学緩衝多層膜3bをコーティングしたものが用いられている。

(発明が解決しようとする課題)

ところが、前記従来構造の赤外線検出素子では、赤外線フィルタ3をキャップ4の開口部の形状に合わせた微小な形に切り出し、それを開口部に接着剤で貼り付ける必要があるなど、組立工程が多くなり、その結果、組立コストが高くなるという欠点があった。また、各部品の形状や組立作業の操作性等の制限から、赤外線検出素子チップ2と赤外線フィルタ3を、ある程度離しておかなければならず、素子本体のサイズが大きくなるだけでなく、視野角 θ が狭くなるという欠点もあった。

上記欠点を解消するため、赤外線検出部と、赤外線検出部からの出力信号を処理する信号処理回路とを、一連の半導体プロセスを利用して、ひとつの半導体基板上に作製し、赤外線検出部を覆う赤外線フィルタも半導体基板に直接貼り付ける構造の赤外線検出装置が提案されている。

このように、赤外線検出部と信号処理回路が同じ基板上に設けられていれば、赤外線検出部と信号処理回路部分の組立作業が不要になり、組立部品

も不要になり、信号処理回路を含めた赤外線検出装置全体の小型化が可能になる。また、製造工程を、一連の半導体プロセスを利用して簡単かつ能率的に実施できる。その結果、安価な赤外線検出装置を提供できるようになる。さらに、赤外線検出部と信号処理回路を接近して配置できるので、両者間における信号の減衰や雑音の侵入が阻止でき、検出感度の向上を図れる。

ところが、上記のような構造の赤外線検出素子では、赤外線を熱として検知する熱変換型の赤外線検出部を採用すると、赤外線検出部で赤外線を吸収することによって発生した熱が、電気的な出力信号に変換されずに、半導体基板のほうに逃げてしまい、赤外線の検出感度が悪くなるという問題が生じる。これは、熱変換型の赤外線検出部では、赤外線を受けて赤外線検出部の温度が上昇することによって検出出力が生じるのであるから、赤外線検出部の熱が基板に逃げると、十分な出力が得られなくなるためである。半導体基板に、赤外線検出部のほかに、信号処理回路や赤外線フィ

ルタ等の各種構造を設けると、それだけ基板が大きくなって熱容量も増えるので、余計に赤外線検出部から基板に熱が逃げ易くなってしまう。

そこで、この発明の課題は、前記のような従来の赤外線検出素子における問題点を解消し、赤外線検出部と基板の間の熱分離を良好に行えんとともに、熱分離のための構造が簡単で容易に製造できる赤外線検出素子を提供することにある。

(課題を解決するための手段)

上記課題を解決する、この発明にかかる赤外線検出素子は、基板の表面に、基板の一部が除去されてなる熱分離空間を備え、熱分離空間を介して基板の表面位置に赤外線検出部が設けられ、赤外線検出部が外周の1箇所もしくは複数個所に設けられた部分的な支持部により基板に支持されており、赤外線検出部および支持部を覆って基板表面に赤外線フィルタが一体接合されている。

基板は、通常の各種電子素子搭載用の基板が任意に使用できるが、特に、赤外線検出部や信号処理回路等の各種機能部分の作製や搭載に適した、

シリコン等からなる半導体基板が好ましい。

赤外線検出部は、従来の赤外線検出素子と同様に、サーミスタ式あるいは焦電式等の通常の赤外線検出構造を備えたものが用いられる。特に、この発明は、赤外線を熱として検知する熱変換型の赤外線検出部に適している。赤外線検出部は、基板の表面に、通常のIC回路作製における半導体プロセス等と同様の薄膜形成技術や微細加工技術を利用して形成される。

具体的には、平均粒径0.01～1.0 μm 、膜厚0.1～5.0 μm 程度の多結晶シリコンからなる薄膜抵抗体と、この薄膜抵抗体を介してつながった複数の電極からなるものが好ましい。多結晶シリコンとしては、従来の通常のサーミスタに用いられているような不純物の多いものは好ましくなく、不純物を添加しないものが好ましい。電極は、薄膜抵抗体の抵抗値を信号処理回路で検出するための配線となるとともに、赤外線の吸収体となって抵抗体の温度変化を良好にするために用いられる。電極の形成は、通常の半導体プロセスと同様に行

われ、電極の材料には、このような半導体プロセスに適したものが好ましい。具体的な電極の材料としては、NiCr等が用いられる。

熱分離空間は、赤外線検出部から基板へ熱が逃げるのを阻止するために設けられ、基板表面のうち、赤外線検出部の設置個所において、基板の一部を除去することによって熱分離空間が形成される。熱分離空間は、赤外線検出部の設置範囲とはほぼ同じか少し広い程度の範囲に設けておくのが好ましい。熱分離空間の深さは、赤外線検出部と基板の間を熱的に分離できる深さが必要であり、深いほど熱分離が良好になるが、加工の手間や素子の大きさ等も考慮して設定すればよい。

熱分離空間を形成するには、通常の微細加工技術が用いられる。具体的には、例えば、基板に対して、通常のエッチング手段等で所定の凹部を形成しておき、この凹部をレジスト材で埋めてレジスト部を形成した後、その上に形成される平坦な表面に、赤外線検出部を設けるために、酸化シリコン膜等からなる支持膜を形成し、ついで、レジ

スト材を除去してしまえば、レジスト材が除去された跡に熱分離空間が形成される。

赤外線検出部は、その下面には熱分離空間が配置されて基板と分離されているとともに、赤外線検出部の外周で、1個所もしくは複数個所、例えば赤外線検出部の四隅個所が、部分的な支持部を介して基板に支持される。支持部は、出来るだけ狭く形成個所も少ないほうが、赤外線検出部と基板との熱分離が良好に行えるが、赤外線検出部の支持強度や赤外線検出部への配線設置スペース等も考慮して設定される。但し、赤外線検出部が、機械的に作動して赤外線を検知するものでなければ、赤外線検出部が少しぐらゐ動いても誤作動を起こすことはないので、支持部の剛性度や機械的強度はそれほど要求されない。支持部の材質や形状を、ある程度の弾力的な変形が可能なものにしておけば、赤外線素子に加わる衝撃や振動を、支持部で吸収して、赤外線検出部を機械的に保護することができ、赤外線検出素子の耐衝撃性を高めることができる。

支持部は、基板材料自体を加工して作製することも出来るが、通常の電子素子等に用いられている各種の膜材料で構成するのが、作製が容易である。具体的には、半導体からなる基板の表面に赤外線検出部や配線等を形成する際に、赤外線検出部や配線と半導体基板との間に介在させる絶縁層を、部分的に切り欠く等の加工を行って支持部を構成することができる。この支持部を構成する絶縁層すなわち支持膜としては、例えば、SiO₂、Si₃N₄等が用いられる。

基板には、赤外線検出部とともに、検出された信号を増幅したり、雑音を除去したり、適当な処理を行う信号処理回路を設けておくことができる。信号処理回路の構造や作製方法は、通常の赤外線検出装置における信号処理回路と同様でよい。

赤外線検出部の上方には、赤外線フィルタが設けられる。赤外線フィルタは、通常の赤外線検出装置に用いられている光学干渉多層膜等からなるフィルタ材料が使用できる。赤外線フィルタは、赤外線検出部および支持部を覆って基板表面に一

体接合される。したがって、赤外線検出部および支持部が、赤外線フィルタと基板で囲まれた密封空間に配置されることになる。

赤外線フィルタを基板に密着して一体化させる手段は、通常の電子素子等における密着接合手段が用いられる。例えば、赤外線フィルタの材料と共晶合金を作る金属層を基板側に設けておき、赤外線フィルタと基板の接合個所を熱処理して、このとき形成される共晶合金により、赤外線フィルタと基板を密着一体化させることができる。

赤外線フィルタにより、赤外線検出部および支持部が密封された密封空間を減圧状態にしておけば、赤外線検出部から外部空間への熱の伝達を良好に阻止できる。密封空間は、常圧よりも低い圧力状態であれば、ある程度空気が残っている状態であっても前記作用効果は果たせるが、真空状態であれば、より確実に外界への熱の伝達を遮断することができる。

赤外線検出素子は、ひとつの基板にひとつの赤外線検出部のみを設けておいてもよいし、ひとつ

の基板に複数個の赤外線検出部を並べて設けておくこともできる。この場合、それぞれの赤外線検出部毎に熱分離空間および支持部を設けておいてもよいし、複数個の赤外線検出部にわたる大きな熱分離空間を設け、赤外線検出部全体の外周を基板とつなぐ支持部を設けてもよい。ひとつの基板に複数個の赤外線検出部を設ける場合、1個所の信号処理回路に全ての赤外線検出部を配線したり、全ての赤外線検出部を覆う赤外線フィルタを取り付けておくこともできる。

〔作用〕

赤外線検出部が、基板に対して部分的な支持部のみで支持されていて、赤外線検出部と基板の間に熱分離空間が設けられていれば、部分的な支持部における熱抵抗は大きいので、赤外線検出部から基板側に逃げる熱は極めて少なくなり、赤外線検出部における発熱が有効に出力信号に変換されることになり、熱変換型の赤外線検出部の検出感度が向上する。

熱分離空間が、基板の一部を除去することによ

って形成されていれば、熱分離空間を形成するために、別な部品を用意したり、その部品を基板等に取り付けたりする必要がなく、製造の手間が大幅に削減できる。熱分離空間のための構造が、基板の表面に突出しないので、熱分離空間を設けても、赤外線検出素子の大きさは変わらず、極めてコンパクトになる。

赤外線フィルタが、赤外線検出部を覆って基板表面に一体接合されていれば、赤外線フィルタと赤外線検出部を近接した位置に配置できるので、外界から赤外線検出部に入射可能な赤外線の入射角度が赤外線フィルタの外形で規制されることがなくなり、赤外線の入射角度すなわち視野角が非常に広がる。

赤外線フィルタが、赤外線検出部および支持部を覆ってあれば、赤外線検出部の表面等に外界からの異物が付着して悪影響を与えるのを防ぐことができ、外界の雰囲気ガスや湿気による悪影響も防止できる。

熱分離空間を含む赤外線検出部の周囲の空間を

赤外線フィルタで密封し、この密封空間を減圧状態に維持しておけば、赤外線検出部の熱が、雰囲気空間を通じて外部に伝達され難くなり、赤外線検出部の熱分離をより確実にできる。

〔実施例〕

ついで、この発明の実施例を、図面を参照しながら、以下に説明する。

第1図～第3図は、赤外線検出素子の構造を示しており、第2図に詳しく示すように、シリコン基板10の表面に、基板10を凹状にエッチング除去してなる熱分離空間80が形成されている。熱分離空間80および基板10の表面全体には、シリコン酸化膜等からなる絶縁層12が形成されている。絶縁層12の表面で、熱分離空間80の上方位置に、SiO₂あるいはSi₃N₄等からなる支持膜30を介して、薄膜抵抗体40が形成され、薄膜抵抗体40の上にはNiCr等からなる電極50が形成されている。この薄膜抵抗体40と電極50で赤外線検出部Aを構成する。

基板10には、赤外線検出部Aの側方位置に、

通常の半導体プロセスによって作製された集積回路からなる信号処理回路20が設けられている。信号処理回路20には、電極50につながる配線52が接続されている。また、信号処理回路20には、外部装置につながる外部配線22が接続されている。

第3図に示すように、赤外線検出部Aは、一対の楕型をなす電極50a、50bが互いに対向して噛み合う形に組み合わせられており、電極50a、50bは、それぞれ配線52を経て信号処理回路20に接続される。配線52は、電極50a、50bと同じ導体材料で形成されていてもよいし、電極50a、50bと配線52をそれぞれの目的とする機能に優れた別々の導体材料で形成しておいてもよい。なお、図中、電極50a、50bおよび配線52にはハッチングを施して、他の部分と区別している。薄膜抵抗体40は、電極50a、50bの各楕形部分を横断して設けられており、電極50aと50bが薄膜抵抗体40を介してつながっている。

赤外線検出部Aの四辺外周で、支持膜30には、支持膜30を貫通する短冊状の切欠部34が形成されており、隣接する切欠部34、34同士の間隙に存在する支持膜30が支持部32となっている。したがって、赤外線検出部Aは、4箇所所の支持部32のみで周囲の基板10とつながっていることになる。電極50aおよび50bの配線52は、支持部32の上を通過して信号処理回路20側へと延びている。

つぎに、第2図に示すように、赤外線検出部Aの上方には、シリコンからなる赤外線フィルタ70が設けられている。赤外線フィルタ70は、赤外線検出部Aから切欠部34および支持部32の外側までを覆っており、赤外線フィルタ70の外周下端が基板10に接合されている。赤外線フィルタ70と基板10の接合部分では、基板10の表面に、Ti/Pt/Auの3層膜が形成され、この3層膜の最上層であるAu層と、Au層と接触する部分の赤外線フィルタ70を構成するシリコンとを熱処理することによって、Au-Si共

晶合金層72を形成させ、このAu-Si共晶合金層72により、基板10に赤外線フィルタ70の外周部分を密着一体化させている。

その結果、赤外線フィルタ70と基板10で囲まれた内部の空間74は、周囲の空間と遮断された状態で密封されており、この密封空間74内に、赤外線検出部Aが気密封止されていることになる。なお、赤外線フィルタ70を基板10に取り付け固定する作業を、真空雰囲気もしくは減圧雰囲気で行い、形成された密封空間74を真空または減圧状態にしておけば、赤外線検出部Aの熱分離を一層良好にできる。

上記のような構造を備えた赤外線検出素子は、第2図に示すように、赤外線フィルタ70の上方から赤外線フィルタ70を透過させて赤外線検出部Aに赤外線を入射させる。赤外線検出部Aでは、まず、電極50が赤外線を吸収して発熱昇温する。電極50の発熱昇温が薄膜抵抗体40に伝達されるとともに、薄膜抵抗体40自身も赤外線を吸収して発熱昇温する。薄膜抵抗体40は、その

温度条件によって抵抗値が変化するので、一對の電極50a、50b間の抵抗値が変化して、それに伴う出力信号が、配線52、52から信号処理回路20に出力される。

赤外線検出部Aは、支持部32のみで基板10とつながっているため、電極50および薄膜抵抗体40で発生した熱は、支持部32以外からは外部に逃げず、狭い支持部32の熱抵抗は高いので、赤外線検出部Aを良好な熱分離状態に維持できる。

つぎに、第4図には、前記実施例と一部構造の異なる実施例を示している。なお、第4図では、赤外線検出部Aの外形をクロスハッチングで示し、赤外線検出部Aを構成する電極50や薄膜抵抗体40の構造を省略して図示している。電極50や薄膜抵抗体40の構造は、前記実施例と同様でよい。

この実施例では、赤外線検出部Aと周囲の基板10を分離する支持膜30の切欠部34が、C字状をなし、1箇所所の支持部32のみで赤外線検出

部Aと周囲の基板10がつながっている。この1箇所所の支持部32に、一對の配線52が並んで通されている。このように、1箇所所の支持部32しかなければ、熱の逃げる経路がより少なくなり、熱分離が良好になる。但し、前記実施例のように、赤外線検出部Aの四隅にそれぞれ支持部32を設けておくほうが、赤外線検出部Aの支持は確実であり、機械的強度は高くなる。

つぎに、第5図に示す実施例では、支持膜30の表面で、薄膜抵抗体40の上下両面に電極54、55を設けている。このように、薄膜抵抗体40を電極54、55で挟むサンドイッチ構造にしておけば、電極54、55による赤外線の吸収がより良好に行われ、電極54、55の発熱昇温を薄膜抵抗体40に効率良く伝えることが可能になる。その結果、出力が増大して赤外線の検出感度が向上する。

つぎに、第6図および第7図に示す実施例は、赤外線検出部Aの四隅に沿って鉤形の凹溝36を設けている。凹溝36は、四方の支持部32の直

ぐ内側部分に配置されていることになる。このような凹溝36を設けておけば、赤外線検出部Aから支持部32を経て基板10に至る熱の逃げ道がより狭くなって熱抵抗が高まり、赤外線検出部Aの熱分離が良好になる。

第8図には、以上に説明した赤外線検出素子の製造方法を、熱分離空間80の作製方法を中心に示している。

予め、通常の半導体プロセスで信号処理回路20が作製されたシリコン基板10を用い、第8図(a)に示すように、シリコン基板10の表面に、シリコン酸化膜90を形成し、その上に、熱分離空間80の形成個所を除いてホトレジスト層91を形成し、エッチングにより熱分離空間80の形成個所のシリコン酸化膜90を除去する。

つぎに、第8図(b)に示すように、シリコン酸化膜90を除去した個所を、異方性エッチングにより掘り込んだ後、基板10の表面全体にシリコン酸化膜からなる絶縁層12を形成して、熱分離空間80を形成する。

る工程は、通常の赤外線検出素子の場合と同様に行われる。

(発明の効果)

以上に述べた、この発明にかかる赤外線検出素子によれば、基板表面に配置された赤外線検出部の下方に熱分離空間があり、赤外線検出部が部分的な支持部を介して基板に支持されているだけなので、赤外線検出部の熱が基板側に逃げるのを、確実に阻止できる。

その結果、赤外線を熱として検知する熱変換形の赤外線検出部を用いた場合に、赤外線検出部を直接基板表面に設けると、熱が基板側に逃げて赤外線検出感度が低下するという従来技術の問題点を解消し、赤外線検出感度を大幅に向上させることができる。

特に、熱分離空間が、基板表面に設けられた赤外線検出部の下面に、基板の一部を除去して形成されているので、熱分離空間のために特別な部品を作製したり、別な部品を組み込んだりする必要がなく、熱分離空間の形成が容易であるとともに

第8図(c)に示すように、基板10の表面全体にニッケル蒸着層92を蒸着形成し、熱分離空間80以外の表面をホトレジスト層93で覆った後、ニッケルメッキを行って、熱分離空間80の内部をニッケルメッキ層94で埋める。

第8図(d)に示すように、基板10の表面を研磨して、熱分離空間80内を除く基板表面のニッケル蒸着層92を除去し、基板10の表面全体を平坦化した後、表面全体にシリコン酸化膜からなる支持膜30を形成する。

第8図(e)に示すように、支持膜30の上に、導膜抵抗体40および電極50を形成した後、支持膜30に切欠部34を形成する。熱分離空間80内に充填されたニッケルメッキ層94に熱を加えて溶かし、切欠部34から溶けたニッケルメッキ層94を取り出せば、第2図に示すように、基板10の表面を覆う平坦な支持膜30の下方に、中空状の熱分離空間80が形成される。

その後、赤外線フィルタ70を取り付けたり、信号処理回路20に外部配線22をつないだりす

、熱分離空間を設けているにも関わらず、赤外線検出素子の外形が大きくなり、極めてコンパクトにまとめることができる。その結果、赤外線検出素子の高性能化と小型化および製造コストの削減を同時に果たすことが可能になる。

さらに、赤外線フィルタが、赤外線検出部および支持部を覆って基板表面に一体接合されているので、赤外線検出部に入射する赤外線の視野角を広くとれるとともに、赤外線検出部を異物の付着等から保護しておく。

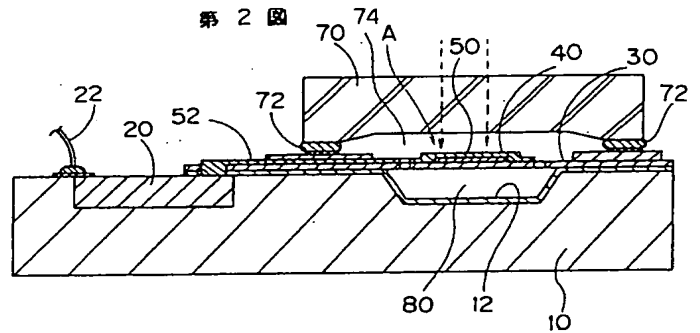
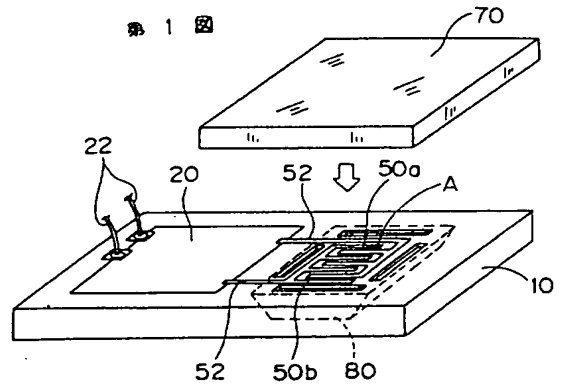
4. 図面の簡単な説明

第1図はこの発明の実施例にかかる赤外線検出素子の斜視図、第2図は断面図、第3図は赤外線検出部付近の平面図、第4図は別の実施例を示す赤外線検出部付近の平面図、第5図は別の実施例を示す要部断面図、第6図は別の実施例を示す赤外線検出部付近の平面図、第7図は凹溝部分の拡大断面図、第8図(a)～(e)は製造方法の一例を示す工程断面図、第9図は従来例の断面図である。

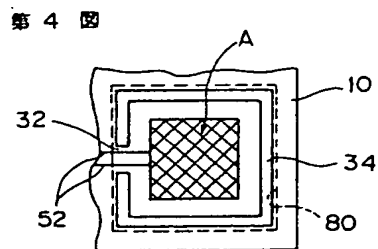
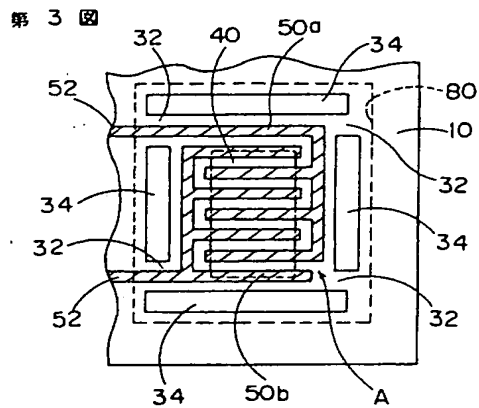
10…基板 20…信号処理回路 30…支持

膜 32…支持部 34…切欠部 40…薄膜抵抗
抗体 50、50a、50b…電極 70…赤外
線フィルタ 80…熱分離空間 A…赤外線検出
部

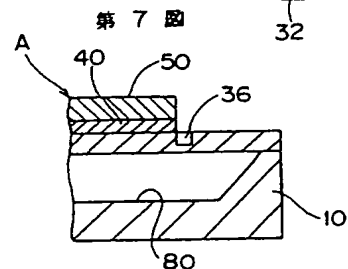
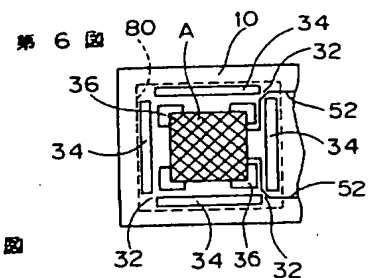
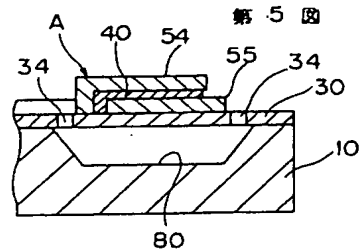
代理人 弁理士 松本武彦



02-142E1197 1/5

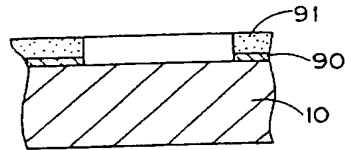


02-142E1197 2/5

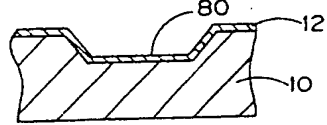


02-142E1197 3/5

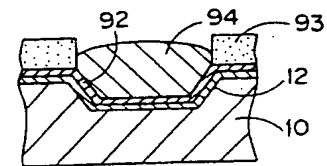
第 8 圖
(a)



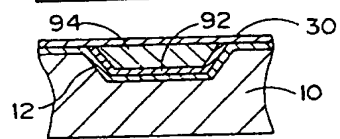
(b)



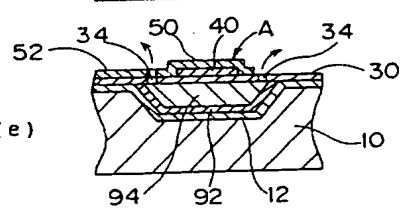
(c)



(d)

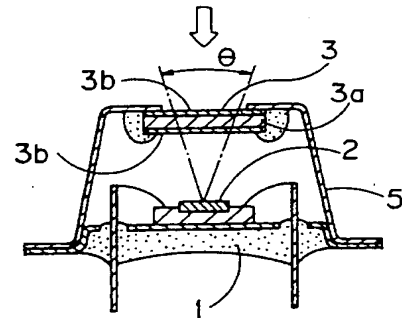


(e)



02-142E1197 4/5

第 9 圖



02-142E1197 5/5